

Piles de combustible microbianes pel tractament d'aigua residual

Raúl Altaba Sastre

Les piles de combustible microbianes (MFC, *Microbial fuel cell*) són una biotecnologia molt innovadora capaces de obtenir energia verda a partir de les aigües residuals. Tenen el potencial per acoblar-se a les infraestructures existents per a la depuració d'aigua, a més de poder instal·lar-se en zones on no es disposa de la infraestructura necessària per generar electricitat. Per això, les piles de combustible microbianes podrien ser la solució als problemes que s'enfronta la societat actual: la crisi energètica i la disponibilitat de l'aigua.

INTRODUCCIÓ

Una MFC típica consta de: un ànode, un càtode, un sistema d'intercanvi de protons i un circuit elèctric (Fig.1). En la cambra anòdica els microorganismes oxiden la matèria orgànica continguda en el combustible, en diòxid de carboni, protons i electrons. En absència d'acceptor final d'electrons, els bacteris utilitzen la superfície del ànode per transferir els electrons derivats del seu metabolisme. Els electrons flueixen pel circuit elèctric cap al càtode gràcies a la diferència de potencial elèctric, mentre que els protons travessen la membrana per gradient electroquímic. En la cambra catòdica es redueix químicament l'acceptor final d'electrons, com l'oxigen.

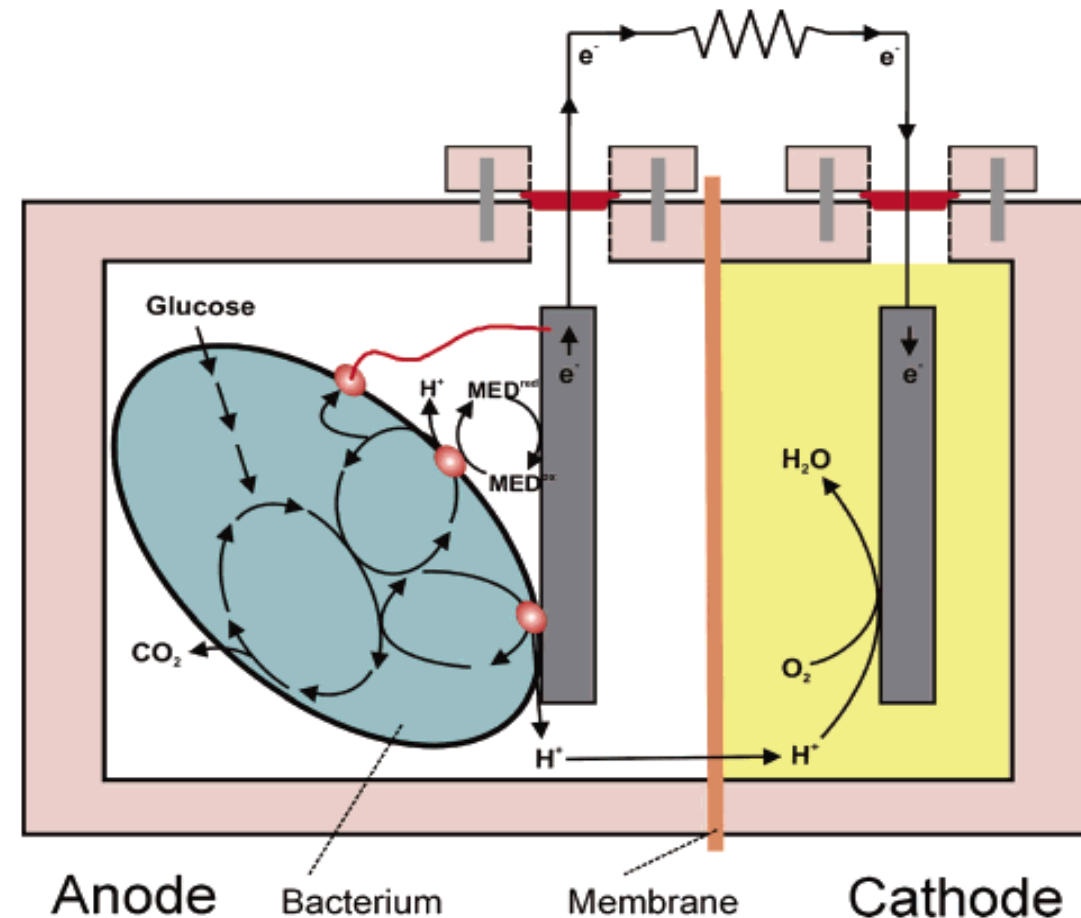


Figura 1. Esquema general d'una MFC.
REF.: Rabaey et al. 2005

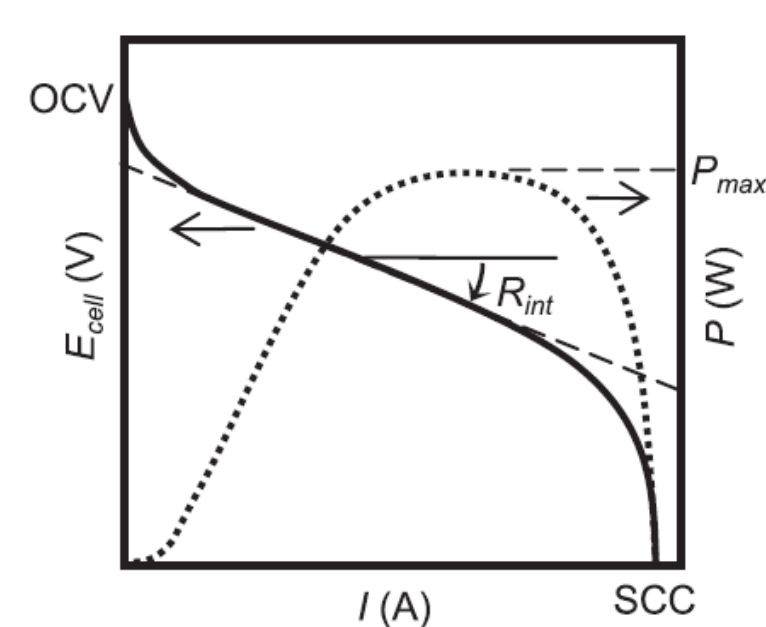


Figura 2. Corba de polarització (I) i potència (P).
REF.: Watanabe 2008

La seva avaluació es realitza mitjançant l'anàlisi de la corba de polarització (Fig 2). Aquesta representa el voltatge en funció del corrent i es genera mesurant el corrent (I) a diferents voltatges (E_{cell}). La corba de potència (P) s'obté a partir de la corba de polarització.

APLICACIÓ AL TRACTAMENT D'AIGÜES RESIDUALS DOMÈSTIQUES

La millor ubicació d'una MFC en una estació de depuració d'aigua residual es situa en la fase de tractament biològic (Fig. 3):

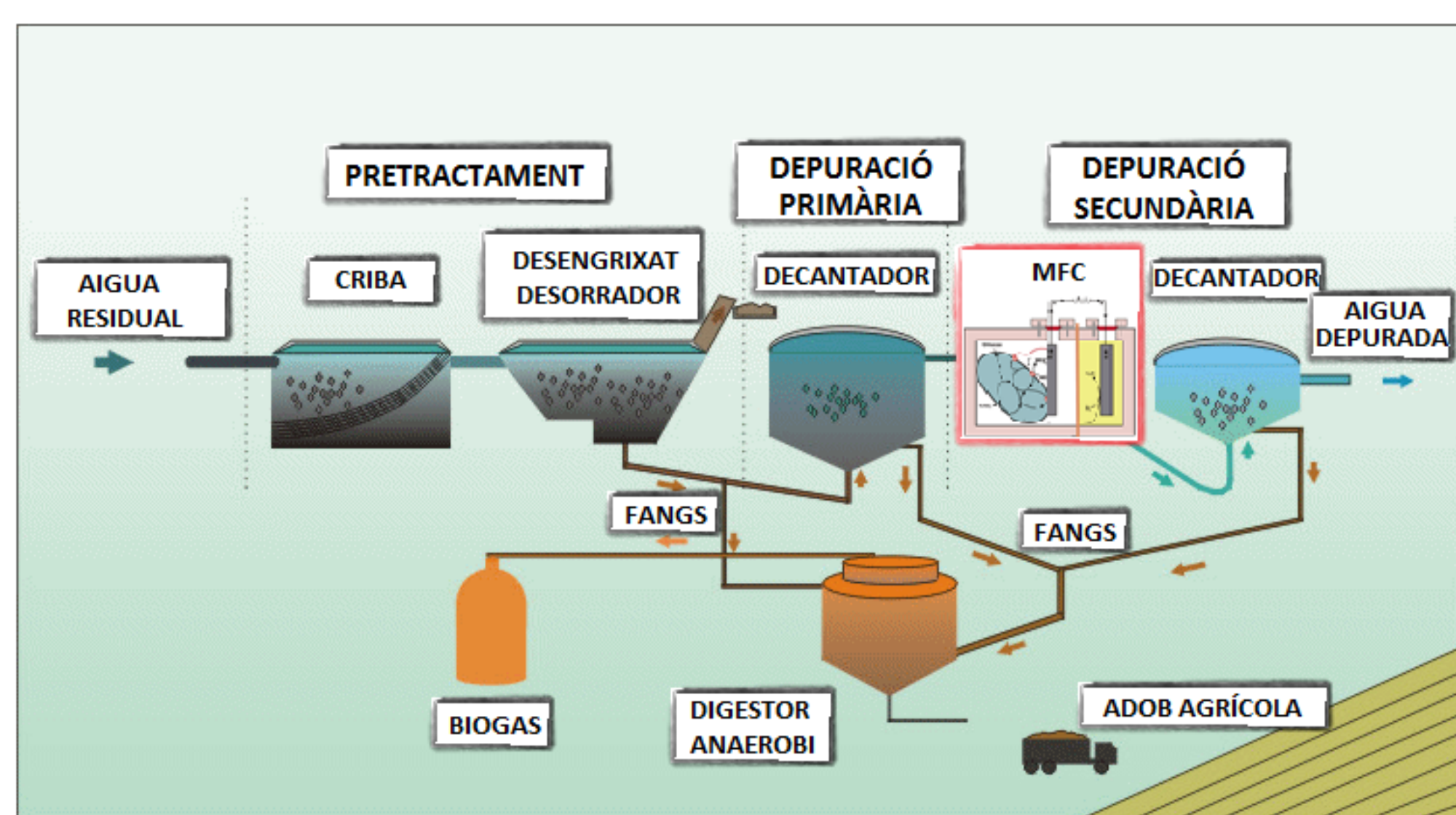


Figura 3. Esquema bàsic de la ubicació de la MFC en una EDAR.

POTENCIAL DE LA TECNOLOGIA



500L · d⁻¹ d'aigua residual domèstica

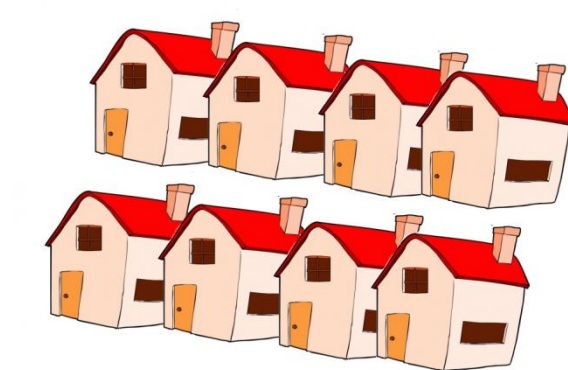
300 mg DQO · L⁻¹

14,7kJ · gDQO⁻¹

1 persona



Habitatge (4 persones)



Població (100.000habitants)

P = 100 W

P = 2,6 MW

1760€

ESTALVI ANUAL

4.410.000€

CONSIDERACIONS DEL ESCALAT

Disseny escalables

MFC de cassetes d'elèctrodes

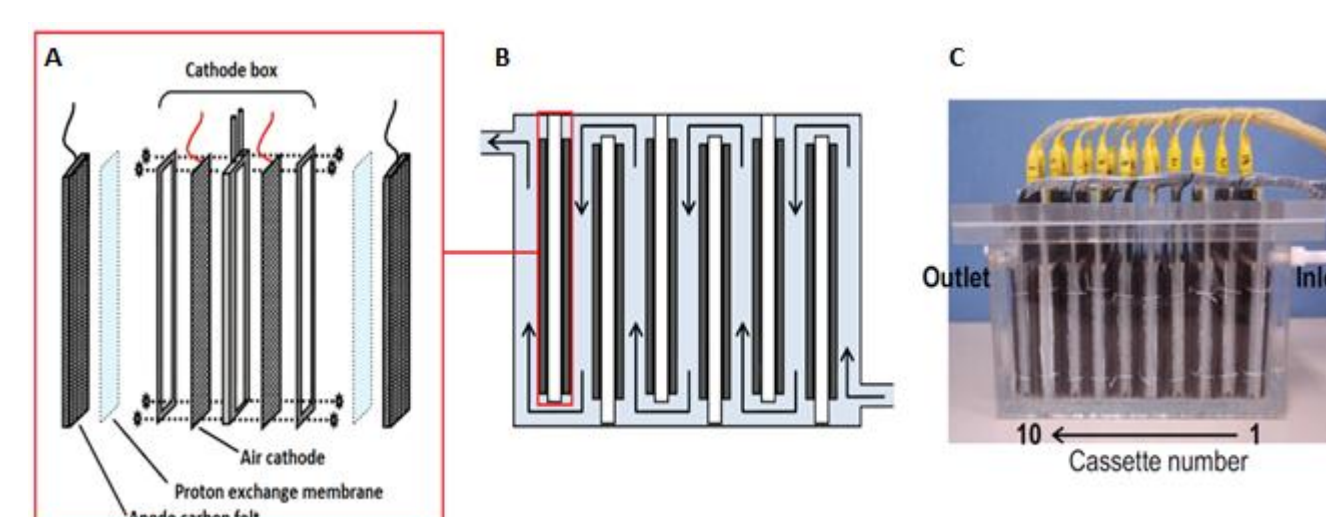


Figura 4. A) Componentes de un casset electrodos. B) MFC tipus "cassette-electrode". C) Disseny experimental.
REF.: modificat de Miyahara et al. 2012

MFC tubular modular

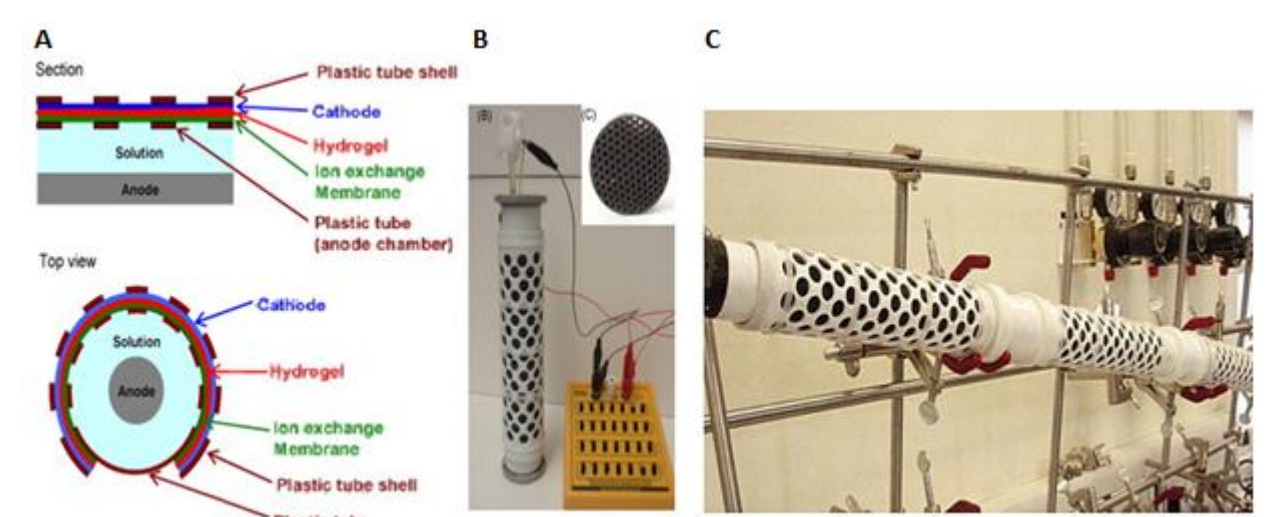


Figura 5. A) Secció longitudinal i transversal. B) MFC tubular modular. C) Connexió en sèrie dels mòduls.
REF.: modificat de Kim et al. 2009

Bona relació àrea específica de càtode

Doblant la mida del càtode es pot predir un increment de potència del 62%, mentre que només un 12% per a la mida del ànode (Fig. 6).

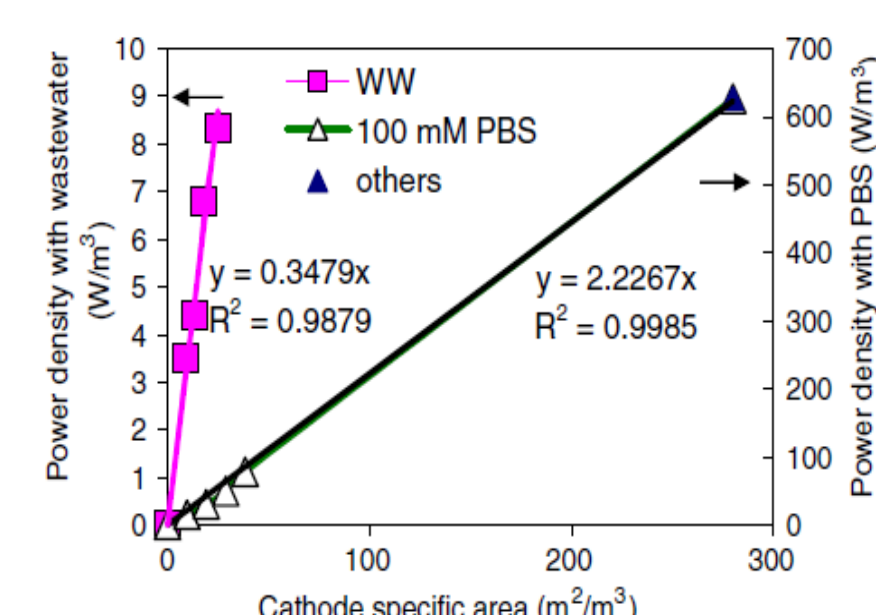


Figura 6. Densitat de potència en funció d'àrea específica de superfície de càtode per: (WW) aigües residuals i (others) MFC "cassette-electrode".
REF.: Cheng et al. 2011

CONCLUSIONS

Avantatges:

- Generació d'energia elèctrica amb depuració simultània de les aigües residuals.
- No requereix aeració forçada del càtode.
- Menor quantitat de generació de fangs.

Desavantatges:

- Baixes eficiències coulòmbiques utilitzant aigua residual.
- Disminució de la densitat de potència volumètrica al augmentar el volum de la cambra anòdica.

Reptes:

- Valorar la implicació de cada variable al sistema per predir les conductes del sistema.
- Millorar l'eficiència de tractament i energètiques del sistema aplicat.
- Optimitzar un disseny escalable per a l'aplicació real.